

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

⑪ 公開特許公報(A) 平2-210963

⑫ Int. Cl.⁵H 04 N 1/40
// G 06 F 15/68

識別記号

3 2 0 A

庁内整理番号

B 6940-5C
8419-5B

⑬ 公開 平成2年(1990)8月22日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全12頁)

⑭ 発明の名称 画像処理装置

⑮ 特 願 平1-31411

⑯ 出 願 平1(1989)2月10日

⑰ 発 明 者 山 田 康 博 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
 ⑱ 発 明 者 谷 岡 宏 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
 ⑲ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 ⑳ 代 理 人 弁理士 丸島 儀一

明 細 書

1. 発明の名称

画像処理装置

2. 特許請求の範囲

(1) 注目画素のデータを入力する入力手段と、

所定領域の平均濃度値を求める演算手段と、
 前記演算手段により得られた平均濃度値に基づき、前記注目画素のデータを多値データに変換する多値化手段と、

前記注目画素のデータを多値データに変換する際に発生する誤差を補正する補正手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

(2) 注目画素のデータを入力する入力手段と、

所定領域の平均濃度値を求める演算手段と、
 前記演算手段により得られた平均濃度値に基づき、前記注目画素のデータを複数ビットからなる多値データに変換する多値化手段と、

前記注目画素のデータを多値データに変換する際に発生する誤差を補正する補正手段とを有し、

前記演算手段は前記多値化手段にて多値化処理された複数ビットの多値データのうちビット量を削減した情報を用い所定領域の平均濃度値を求めることを特徴とする画像処理装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は画像データを3値、4値等の多値データに量子化処理する画像処理装置に関する。

〔従来技術〕

従来よりフアクシミリ装置やデジタル複写機等の画像処理装置において、類似中間処理方式として誤差拡散法や平均濃度近似法が提案されている。

前者の誤差拡散法は、文献 R. FLOYD & L. STEINBERG, "AN ADAPTIVE ALGORITHM FOR SPETIAL GRAY SCALE", SID75 DIGEST, PP36~37に開示されている如く注目画素の多値画像データを2値化(最濃レベルか又は最淡レベルに変換)し、前記2値化レベルと2値化前の多値画像データとの誤差に所定の重み付け

をして注目画素近傍の画素のデータに加算するものである。

また、後者の平均濃度近似法は、特開昭57-104369号に記載されているように、注目画素近傍の既に2値化された2値データを用いて注目画素を黒または白に2値化した場合のそれぞれの近傍画素との重み付け平均値を求め、この2つの平均値の平均を閾値として注目画素の画素データを2値化するものである。

(発明が解決しようとする課題)

前述した誤差拡散法は入力画素データと出力画素データとの誤差を補正する方式のため、入力画素と出力画素の濃度を保存することができ、解像度および階調性共に優れた画素を提供することが可能である。

しかしながら、誤差拡散法は入力画素データと出力画素データとの誤差を補正する際、多くの2次元演算をしなければならず、その処理量の多さにより、ハードウェア構成が大変複雑になるといった欠点があった。

優れた高品位な画素を得ることができる画素処理装置を提供するものである。

即ち、本発明の画素処理装置によれば、注目画素のデータを入力する入力手段と、所定領域の平均濃度値を求める演算手段と、前記演算手段により得られた平均濃度値に基づき、前記注目画素のデータを多値データに変換する多値化手段と、前記注目画素のデータを多値データに変換する際に発生する誤差を補正する補正手段とを有す。

また、本発明の画素処理装置によれば、注目画素のデータを入力する入力手段と、所定領域の平均濃度値を求める演算手段と、前記演算手段により得られた平均濃度値に基づき、前記注目画素のデータを複数ビットからなる多値データに変換する多値化手段と、前記注目画素のデータを多値データに変換する際に発生する誤差を補正する補正手段とを有し、前記演算手段は前記多値化手段にて多値化処理された複数ビットの多値データのうちビット量を削減した情報を用い所定領域の平均濃度値を求めるものである。

また、平均濃度近似法は2値化後の2値データを用いて演算を行うので、ハードウェア構成を簡素化することができると共に、極めて少ない処理量のため処理の高速化を実現することが可能である。

しかしながら平均濃度近似法は、単に注目画素を含めた領域の平均値に注目画素を近似させ、2値化を行うので階調数が制限されるとともに、なだらかな濃度変化を有する画素に対して特有の低周波のテクスチャが発生し、画質が劣化するといった欠点があった。

特に、前述した誤差拡散法、平均濃度近似法は2値化処理を目的に提案されたものであり、高画質化のために3値以上の多値化処理への拡張を行う場合においては、処理情報量がさらに増加し、上述のような欠点がより顕著な問題となる。

(課題を解決するための手段)

本発明は上述した従来の課題を解決することを目的とし、データ処理量が少なく簡単なハードウェア構成で多値化処理を行うことができ、しかも、多値化処理を行うことにより階調性、解像度共に

(実施例)

以下、図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

(第1の実施例)

まず本発明の第1の実施例の画素処理方法の原理について入力多値画素データを4値データに量子化する場合を一例として説明する。

第1図(1)において、 $f(i, j)$ は4値化しようとする注目画素位置における入力画素の多値濃度データ(0~1の値とする)を示し、破線より上の画素位置はすでに4値化処理が行われており、注目画素の4値化後は $f(i, j+1)$ 、 $f(i, j+2)$...と順次同様の処理が行われるものとする。

第1図(2)は4値化画素データを扱う図であり、4値化画素 $B(i, j)$ は4値化後の濃度(0 or $\frac{1}{4}$ or $\frac{2}{4}$ or 1の値とする)を示す。破線で囲まれた部分は注目画素の処理時にはすでに4値化処理は終了しており、注目画素を4値化する際、これらの画素のデータは用いられる。

第1図(3)は重み付けマスクを扱う図である。

Rは平均濃度を求める為の重み付けマスクの一例で3×3サイズのマトリクスで表わしている。注目画素位置に相当する重みをR(0, 0)とし、またR(0, -1)=0として用いる。

本方式は注目画素を黒から白の間で4値化に4値化した場合を想定し、それぞれの場合の注目画素の近傍の平均4値化濃度をm0(i, j), m1(i, j), m2(i, j)およびm3(i, j)とし次式で求める。

$$m0(i, j) = \sum_{x=0}^2 \sum_{y=0}^2 R(x, y) \cdot B(i-x, j-y) - E(i, j) \quad \text{----- ①}$$

$$\text{但し、} B(i, j) = 0$$

$$m1(i, j) = \sum_{x=0}^2 \sum_{y=1}^2 R(x, y) \cdot B(i-x, j-y) - E(i, j) \quad \text{----- ②}$$

$$\text{但し、} B(i, j) = 1/4$$

$$m2(i, j) = \sum_{x=0}^2 \sum_{y=2}^2 R(x, y) \cdot B(i-x, j-y) - E(i, j) \quad \text{----- ③}$$

$$\text{但し、} B(i, j) = 3/4$$

$$\frac{m1(i, j) + m2(i, j)}{2} < f(i, j) \leq \frac{m2(i, j) + m3(i, j)}{2} \text{の時、}$$

$$B(i, j) = 3/4, \quad E(i, j+1) = f(i, j) - m2(i, j) \quad \text{----- ④}$$

$$\frac{m2(i, j) + m3(i, j)}{2} \leq f(i, j) \text{の時、}$$

$$B(i, j) = 1, \quad E(i, j+1) = f(i, j) - m3(i, j) \quad \text{----- ⑤}$$

のように式④～⑤に基づき4値化する。

ここで、4値化誤差E(i, j)は、1画素間つまり直前の画素f(i, j-1)を4値化した際が発生する誤差である。すなわち入力画素f(i, j-1)が4値化されたことは、該画素がその近傍における平均濃度m0(i, j-1), m1(i, j-1), m2(i, j-1)またはm3(i, j-1)のいずれかに近似されたことであり、それぞれの場合において入力画素f(i, j-1)に対して誤差が発生する。

本方式が従来より提案されている平均濃度近似法と異なり、且つ、それに比して結果的に中間画素再生能力が極めて向上する特徴的処理は、注目画素の1画素前に発生した4値化誤差E(i, j)を注

$$m3(i, j) = \sum_{x=1}^2 \sum_{y=0}^2 R(x, y) \cdot B(i-x, j-y) - E(i, j) \quad \text{----- ⑥}$$

$$\text{但し、} B(i, j) = 1$$

第2図に式①～⑥で示したM₀～M₃およびBの値を示す。尚、上式においてE(i, j)は注目画素の1つ前の画素のデータf(i, j-1)を4値化した時に発生した誤差で、注目画素の平均値を演算する際その誤差は補正される。

一方、注目画素の多値濃度データf(i, j)は該平均濃度m0, m1, m2, およびm3を用いて4値化される。

つまり、

$$f(i, j) \leq \frac{m0(i, j) + m1(i, j)}{2} \text{の時、}$$

$$B(i, j) = 0, \quad E(i, j+1) = f(i, j) - m0(i, j) \quad \text{----- ⑦}$$

$$\frac{m0(i, j) + m1(i, j)}{2} < f(i, j) \leq \frac{m1(i, j) + m2(i, j)}{2} \text{の時、}$$

$$B(i, j) = 1/4, \quad E(i, j+1) = f(i, j) - m1(i, j) \quad \text{----- ⑧}$$

注目画素4値化時の平均値演算時にそれぞれ補正して、4値化処理を行う点にあり、このような処理を施すことにより4値化画像B(i, j)の各レベルに対して最適な補正を行うことが出来、且つ、入力画像全組にわたり4値化後の画像上での濃度が完全に保存出来る。

本方式の処理量が極めて少ないにもかかわらず、極めて優れた画像再生能力が得られるのは、4値化時に発生する誤差Eを隣接する1画素で補正するのみであるにもかかわらず、4値化後のデータを用いて平均濃度値を得ることにより、等価的に複数画素に対して該誤差Eを分配し補正するのと同等の効果が得られるからであり、本方式の最も優位な特徴といえる。

第3図は、本発明の一実施例を示す画像処理装置のブロック図である。入力センサ部AはCCD等の光電変換素子およびこれを走査する駆動装置より構成され原画の読み取り走査を行う。入力センサ部Aで読み取られた画素の画素データは、逐次A/D変換部Bに送られる。ここでは各画素のデータ

を8ビットのデジタルデータに変換し、256レベルの階調数をもつデータに量子化する。次に補正回路CにおいてCCDセンサーの感度ムラや照明光源による感度ムラを補正するためのシェーディング補正等をデジタル演算処理で行う。次にこの補正処理済のデータを4値化回路Dに送る。4値化回路Dでは入力した8ビット多値の画像データを前述した方式により2ビット4値のデータに量子化処理する。プリントEは多値プリントで、4値化回路Dから送られてくる4値データに基づき画像を記録紙に再現する。

第4図は第3図における4値化回路Dの構成を示したブロック図である。第4図において、1、2は4値化処理された4値データを1ライン分記憶する遅延RAM、3～7、11は4値データを1画素遅延させるためのDF/F（フリップフロップ）、8は注目画素周辺の平均濃度を演算し閾値を出力する平均濃度演算ROM、9は入力された注目画素の多値データと前記閾値との差を演算する減算器、10はROM8から出力される閾値と注目画素の多値デー

る。

上記構成において、入力画像データ $I(i, j)$ に対して、4値化処理出力データ $B(i, j)$ を出力し、該4値化データはライン毎遅延させる為の遅延RAM2、DF/F7に inputs する。ここで該4値データはRAM2、RAM1によりライン遅延され、1ライン遅延させた4値データ $B(i-1, j+1)$ をRAM2出力、2ライン遅延させた4値データ $B(i-2, j+1)$ をRAM1出力で得る。更にDF/F5出力は $B(i-1, j)$ 、DF/F6出力は $B(i-1, j-1)$ 、同様にDF/F3出力およびDF/F4出力より、 $B(i-2, j)$ および $B(i-2, j-1)$ を得、DF/F7出力より $B(i, j-1)$ を得る事が出来る。上記4値データは第1図に示す様に、入力画像 $I(i, j)$ 近傍の既に4値化された4値画像信号であり、第4図に示すROM8の入力アドレスに接続することによりROM8からは前記式①、および式②に基づき第2図に示した閾値 $M_0 + 1/6 R$ を出力する。

ここで前記式①を用いて式③、式④、式⑤をそれぞれ変形すれば、

とを比較する比較器、11はDF/F、12は注目画素の次に入力されるデータを多値化処理する際に補正する誤差データを演算するROM、13はROM8から出力された平均濃度値から、前記画素を多値化処理した際発生した誤差 E を演算する減算器、14は減算器9、および比較器10の出力に基づき4値データを決定するROMである。

第5図は重みマスクを示した図で重みマスク1は注目画素を含め合計9画素の4値化されたデータから平均濃度値を求めるためのマスクである。Sは重みマスクの合計を1に正規化するための値で重みマスク1の場合 $S=29$ となる。尚、第5図において重みマスク1に $1/3S$ を掛けているのは、第4図の遅延RAM1、2、DF/F3～7に格納されている4値化データが0、1、2、3を示す2ビットのデータのため、この2ビットのデータを前記式①～④に示した0、 $1/4$ 、 $2/4$ 、 $3/4$ にするためである。

重みマスク2は重みマスク1を変形したもので、注目画素を含め合計15画素の4値化されたデータから平均濃度値を演算する場合の重みマスクであ

$$m1(i,j) = m0(i,j) + \frac{1}{4} R(0,0) \dots\dots\dots ⑤$$

$$m2(i,j) = m0(i,j) + \frac{1}{4} R(0,0) = m1(i,j) + \frac{1}{4} R(0,0) \dots\dots\dots ⑥$$

$$m3(i,j) = m0(i,j) + R(0,0) = m2(i,j) + \frac{1}{4} R(0,0) \dots\dots\dots ⑦$$

となる。従って平均4値化濃度 $m0(i, j)$ が確定すれば、 $m1(i, j)$ 、 $m2(i, j)$ および $m3(i, j)$ は一意的に決定出来る。つまりROM8は4値化閾値として、

$$\frac{m0(i,j) + m1(i,j)}{2} = \left\{ \frac{1}{2} \sum_{x=0}^3 \sum_{y=0}^3 R(x,y) \cdot B(i-x, j-y) + \frac{1}{6} R(0,0) \right\} - E(i,j) \dots\dots\dots ⑧$$

の右辺第一項を出力するものであり、更に減算器13により、4値化誤差 $E(i, j)$ が補正される。尚、第12式の右辺第一項は第2図に示した $M_0 + 1/6 R$ の閾値に相当する。同閾値は、比較器10および減算器9に接続されており、減算器9においては、式⑤における不等式の両辺の差を演算し絶対値出力する。これにより、第2図の閾値 $M_0 + 1/6 R$ から $I(i, j)$ がどれくらい離れていたかが解る。

また、比較器10では閾値 $M_0 + 1/6 R$ に比べ $f(i, j)$ が大きいのか否かのデータをROM12、ROM14へ出力する。この減算器9の出力 $(M_0 + 1/6 R$ から $f(i, j)$ がどれくらい離れているか)と比較器10の出力 $(M_0 + 1/6 R$ より大きいのか否か)によりROM14では4値データ $B(i, j)$ を出力する。

また、式⑤の不等式を式⑥、式⑦、式⑧を用いて変形すれば、

$f(i, j) \leq m0(i, j) + 1/6 R(0, 0)$ の時

$$B(i, j) = 0, E(i, j+1) = f(i, j) - m0(i, j) \dots\dots\dots ⑥$$

同様に、式⑥、式⑦および式⑧より

$m0(i, j) + 1/6 R(0, 0) \leq f(i, j) < m0(i, j) + 3/6 R(0, 0)$ の時

$$B(i, j) = 1/2, E(i, j+1) = f(i, j) - m0(i, j) - 1/6 R(0, 0) \dots\dots\dots ⑦$$

$m0(i, j) + 3/6 R(0, 0) \leq f(i, j) < m0(i, j) + 5/6 R(0, 0)$ の時

$$B(i, j) = 3/4, E(i, j+1) = f(i, j) - m0(i, j) - 3/6 R(0, 0) \dots\dots\dots ⑧$$

$m0(i, j) + 5/6 R(0, 0) \leq f(i, j)$ の時

$$B(i, j) = 1, E(i, j+1) = f(i, j) - m0(i, j) - R(0, 0) \dots\dots\dots ⑨$$

となる。

従って減算器9の出力値および比較器10の出力をROM12の入力アドレス端子に接続することに

比較器10の出力が0の時95)以上の時、誤差 E を0としているのは、入力データ $f(i, j)$ と平均濃度値との誤差が大きい場合、その部分をエッジ部と判定し、濃度を保存することによる解像度の低下を抑えるためである。

以上、本実施例におけるハードウェアは第4図に示した通り、数chipのRAM、ROMおよび演算ICにより小規模で実現出来る。また本実施例においては、多値化処理方法について4値化処理を一例として説明を行ったが、ROM12およびROM14に格納したテーブル変換用データを変更することで容易に3値化処理を行うことが出来る。またROM8、ROM12、ROM14およびRAM1、RAM2のアドレス入力数を増やすだけで、容易に5値以上の多値化処理を行うことが出来、第4図に示した以外のハードウェアの拡張を全く必要としない。

このように第1の実施例によれば、階調性および解像度共に良好に再現することができる多値化処理を小規模なハードウェア構成で高速に得ることが可能となる。

より、上式において重み $R(0, 0)$ が認知であるに、本方式の特徴とする平均濃度値からの誤差 $E(i, j+1)$ は誤差演算ROM12によるテーブル変換により容易に求めることが出来る。一方、前述した如く減算器9および比較器10の両出力値をROM14の入力アドレス端子に接続することにより、同様にしてテーブル変換を行うことにより、四記4値化出力 $B(i, j)$ が確定出来る。

DP/F11は、上記誤差 $F(i, j+1)$ をデータ1クロック期間遅延させる為のものである。

第6図に、ROM12に格納されているテーブルの一例を示す。なおこの場合、第6図に示す重みマスク1を用いたので、実際に入力される8bit画像濃度レベル(0~255)に正規化するため、平均濃度演算ROMテーブルは式①~④で得られる値を255倍し、8ビット値に変換した値となっている。この場合重みマスク1は第7図に示したものとなる。なお、第6図において減算器9の出力 $|f(i, j) - m0(i, j) - 1/6 R(0, 0)|$ が、ある一定の値(比較器10の出力が1の時133、

しかも本実施例では、多値表現に必要な処理データビット数の増加に対して、ハードウェア規模が左右されないため、高画質化への拡張が容易である。

また、本実施例によれば、誤差拡散法を用いた際に、誤差を分散させるために必要となる割算処理を必要としない為に、処理時の量子誤差が無く、もって入力画像と出力画像の濃度の保存が完全となる。

尚、前述した実施例では第5図の重みマスク1を用いた例を説明したが、重みマスク2に示したように 3×5 画素範囲のごとく、平均値演算領域を広く設定すれば、より階調の再現性および文字原稿等で要求される解像情報の再現性も向上することができる。

また、平均値濃度との誤差 E は、単一画素における補正に限定される事はなく、例えば、第1図において $f(i, j+1)$ の多値化時に $1/2 E(i, j+1)$ 、 $f(i, j+2)$ の多値化時に $1/4 E(i, j+1)$ のごとく、複数の画素に分配すれば、平均処理重みマ

スクが小さくとも、階調性の再現能力を向上することができる。また、誤差Eを所定配分率で二次元的に複数の近傍画素に対して配分し、補正を行うことも良い。これにより、一次元的に誤差を分配する場合に比べ、再生画像に一般的な方向性が現われるのを防止できる。

また、重みマスク1, 2は、注目画素に近づく程、大きくなるようにしたが、その傾斜・分布は限定されず、また、隣接しない離散位置の画素を用いる様マトリクスを構成しても良い。

また、前述の実施例においては、多値化時の誤差補正方法として、平均濃度mに対して、誤差Eによる補正を行ったが、次式に示すように入力画像データに対して誤差Eによる補正を行なっても同一の結果を得ることができる。

$$\begin{aligned} m_n(L, j) &= \sum_{x=0}^2 \sum_{y=0}^2 R(x, y) \cdot B(i-x, j-y) \\ &\quad (n=0, 1, 2, 3) \\ (\text{但し } B(L, j) &= n/3) \end{aligned}$$

$$r(L, j) = f(L, j) + E(L, j)$$

または0)を示す。Rは、平均濃度を求める為の重み付けマスクであり、一例として、3×3サイズで注目画素位置に相当する重みをR(0, 0)とし、またR(0, -1)=0として用いる。

さて、本画像処理方式では、注目画素位置における平均濃度M(i, j)を次式より求める。

$$M(i, j) = \sum_{x=0}^2 \sum_{y=0}^2 R(x, y) \cdot B(i-x, j-y) \quad \text{---①}$$

ここで、注目画素位置における濃度より取り得る4値化後の4値データ(Q(i, j))=0, 1/4, 1/2, 1)に対する各々の4値化平均値をM₀(i, j), M₁(i, j), M₂(i, j)およびM₃(i, j)とすると、

$$M_0(i, j) = \sum_{x=0}^2 \sum_{y=0}^2 R(x, y) \cdot B(i-x, j-y) \quad \text{但し } Q(i, j)=0 \quad \text{---②}$$

$$M_1(i, j) = M_0(i, j) + \frac{1}{4} R(0, 0) \quad \text{但し } Q(i, j)=\frac{1}{4} \quad \text{---③}$$

$$M_2(i, j) = M_0(i, j) + \frac{1}{2} R(0, 0) \quad \text{但し } Q(i, j)=\frac{1}{2} \quad \text{---④}$$

$$M_3(i, j) = M_0(i, j) + R(0, 0) \quad \text{但し } Q(i, j)=1 \quad \text{---⑤}$$

となる。これより、4値化濃度は各々次式により求まる。

$$\begin{pmatrix} r(L, j) & \text{は誤差補正後のデータ} \\ f(L, j) & \text{は誤差補正前のデータ} \end{pmatrix}$$

(第2の実施例)

前述した第1の実施例は、平均濃度値を算出するために2ビットのデータを通延RAM1, 2, DP/F3~7に一時格納する構成であった。

第2の実施例は、この2ビットデータのうち上位1ビットを格納することにより、処理速度をさらに向上するとともに、メモリ容量を節約できるようにしたものである。

まず、第2の実施例の画像処理方式の原理について、第1の実施例と同様4値化処理を一例として説明する。

第8図において、f(i, j)は、4値化しようとする注目画素位置における入力画像の多値濃度データ(0~1の値とする)を示し、破線より上の画素位置は既に4値化されており、該注目画素4値化後はf(i, j+1), f(i, j+2)へ順次同処理が行われるものとする。B(i, j)は、前記注目画素4値化後の4値(2bit)データの上位bitデータ(1

$$\frac{M_0(i, j) + M_1(i, j)}{2} = M_0(i, j) + \frac{1}{6} R(0, 0) \quad \text{---⑥}$$

$$\frac{M_1(i, j) + M_2(i, j)}{2} = M_0(i, j) + \frac{3}{6} R(0, 0) \quad \text{---⑦}$$

$$\frac{M_2(i, j) + M_3(i, j)}{2} = M_0(i, j) + \frac{5}{6} R(0, 0) \quad \text{---⑧}$$

従って、該濃度を用いて注目画素f(i, j)は、

$$f(i, j) + E(i, j) \leq M_0(i, j) + \frac{1}{6} R(0, 0) \quad \text{の時、}$$

$$Q(i, j)=0, \quad E(i, j+1)=f(i, j)+E(i, j)-M_0(i, j) \quad \text{---⑨}$$

$$M_0(i, j) + \frac{1}{6} R(0, 0) < f(i, j) + E(i, j) \leq M_0(i, j) + \frac{3}{6} R(0, 0) \quad \text{の時}$$

$$Q(i, j)=\frac{1}{3}, \quad E(i, j+1)=f(i, j)+E(i, j)-M_0(i, j)-\frac{1}{3} R(0, 0) \quad \text{---⑩}$$

$$M_0(i, j) + \frac{3}{6} R(0, 0) < f(i, j) + E(i, j) \leq M_0(i, j) + \frac{5}{6} R(0, 0) \quad \text{の時}$$

$$Q(i, j)=\frac{2}{3}, \quad E(i, j+1)=f(i, j)+E(i, j)-M_0(i, j)-\frac{2}{3} R(0, 0) \quad \text{---⑪}$$

$$M_0(i, j) + \frac{5}{6} R(0, 0) < f(i, j) + E(i, j) \quad \text{の時}$$

$$Q(i, j)=1, \quad E(i, j+1)=f(i, j)+E(i, j)-M_0(i, j)-R(0, 0) \quad \text{---⑫}$$

となる。

第9図によって、①～④式における $M_0 \sim M_3$ 、4値化閾値および4値データ9の状態を示す。4値化誤差 $E(i, j)$ は、1画素つまり画素の画素 $i(i, j-1)$ を4値化した際に発生する誤差である。すなわち、入力画素 $i(i, j-1)$ が4値化されたことは、該画素がその近傍における平均画素 $M_0(i, j-1)$ 、 $M_1(i, j-1)$ 、 $M_2(i, j-1)$ または $M_3(i, j-1)$ のいずれかに近似されたことであり、それぞれの場合において、入力画素 $i(i, j-1)$ に対して、誤差が4値化時に発生する。

本方式において中間画再生能力が極めて向上する特徴的処理は、該4値化誤差 $E(i, j)$ を次画素 $i(i, j)$ に加算し、補正後の注目画素に対して4値化する点にあり、該処理を施すことにより、4値化データ $Q(i, j)$ の各レベルに対して最適な補正を行うことが出来、且つ入力画素全域にわたり4値化後の画素が保存出来る。

第10図は第2の実施例における4値化回路Dの詳細を示したブロック図である。第11図は第5図

において、前記式⑨における不等式の両辺の差分値を演算する。従って、該差分値出力を演算ROM26の入力アドレス端子に接続することにより、前記式⑨～式⑪に基づき、第9図に示す様、ROM26によるテーブル変換により、容易に4値化処理データ $Q(i, j)$ を求め得ると共に、本実施例において用いた重みマスク(第11図(a))より注目画素に対する重み $R(0, 0)$ が既知であることより、本方式の特徴とする平均画素値 M からの4値化誤差 $E(i, j)$ は、該ROM26のテーブル変換により同時に求めることが出来る。

第12図に、ROM26に格納されているテーブルの一例を示す。格納データは入力データに合わせ8ビットデータに変換しており、重みマスクは第7図のものが用いられる。第13図はROM26にアドレスとして入力されるデータとROM26から出力されるデータの形態を示した図である。

アドレスデータの8ビットは、第9図に示した $M_0 + 1/6 R$ から入力データ(前画素で発生した誤差が補正されている)が、どれ位離れているか

と関連重みマスクの一例を示した図である。

第10図において、21および22はすでに4値化した画素データを基に、注目画素近傍平均画素値を演算する為のライン遅延回路および演算ROMである。ライン遅延回路21には、前画素の4値化データ(2bit)のうち上位bitのみがデータとして入力しており、不図示の同期回路よりのクロック入力により、4値化処理終了毎に前記入力データを遅延させる。該回路は、2ライン分のデータを遅延出来る様構成しており、第8図に示した、点線で囲んだ領域における注目画素近傍2値データ(B)を演算ROM22に対して出力する。該データを、前記演算ROM22の入力アドレスに接続することにより、前記式⑨および式⑪に基づいて該ROM22において高速にテーブル変換し、4値化閾値を出力する。

一方、注目画素の画素データ $i(i, j)$ は、加算器23において、4値化誤差 $E(i, j)$ で補正される。該加算器23出力および前記演算ROM22出力は、減算器25入力に接続しており、該減算器25

を示すデータで、アドレスデータの1ビットは、入力データが $M_0 + 1/6 R$ より上か下かを示している。つまり、第12図において、入力アドレスが0～255までは、入力データが $M_0 + 1/6 R$ より小さいデータであることを意味し、4値化出力 Q は0となる。誤差 E は第9図にいて $R(0, 0)$ が72であるので、 $1/6 R = 12$ となり、第12図に示した値となる。

また、入力アドレスが256～511の場合は、入力データが $M_0 + 1/6 R$ より大きいデータであることを意味し、4値化出力はその大きさにより、1、2、3のいずれかの値となる。

尚、第12図において入力アドレス95および289以上で誤差 E を0としているのは、その場合、平均画素値と入力データとの間の誤差が大きいため、エッジ部と判定し、画素を保存することによる、解像度の低下を抑えるためである。

ROM26から出力された誤差 $E(i, j)$ は、D/Fよりなる遅延器24により、データ1クロック期間遅延させた後、前記加算器23に対して出力さ

れる。

以下、上記手順に従い、各画素における濃度データを順次4値化処理するものである。

尚、第2の実施例において用いた演算ROM22および26は、上記各式に基づき予め演算した値が格納しており、入力アドレス値に対して一意的に演算出力が得られるようにしてある。

以上、第2の実施例におけるハードウェアは、第10図に示した通り、数Chip ICにより構成されるものであり、従来例に比して極めて小規模に実現出来る。また、第1の実施例に比べても、平均濃度を求めるためのビット数を削減しているの、より高速な処理を行なうことができる。

また、第2の実施例における平均値演算領域を第11図(b)に示すように、3×5画素範囲の如く広く設定すれば、より階調再現性も向上し、且つ、文字原稿等で要求される解像情報の再現性も向上する。

また、本方式においては、第11図(c)に示す如く、同一の重みマスク領域においても、注目画

素の種類が1つ(1色)の場合を説明したが、入力データをR、G、B3色とすることで本発明はカラー画像にも適用することができる。

このように第2の実施例によれば、以下の効果がある。

- ①誤差拡散法に必須となる計算処理を必要としない為、多値化処理時の量子誤差が全く無く、もって濃度が全画像領域にわたり保存される。
- ②小規模なハードウェアで、なめらかな階調再現能力を有し、誤差拡散法と同等或はそれ以上の画像再生能力が得られる。
- ③平均値濃度の演算に際して必要なデータビット数が少なく、データ遅延回路がシフトレジスタや遅延RAM等により簡単に構成出来る。また、テーブル変換用ROMの入力アドレス本数が少なく、小容量で安価なROMを使用出来る。従って、装置全体の構成が簡易であり安価に実現出来る。

(発明の効果)

以上説明した如く本発明によれば、データ処理量が少なく簡単なハードウェア構成で多値化処理

素に対して斜めに位置する画素に対する重み値を他画素に対する重み値に比して大とすれば、文字原稿等のような、急激に濃度の変化する画像に対して、極めて高い解像情報再現性を有する。

また、重み値は、注目画素に近づく程大としたが、その傾斜、分布は限定されず、また、隣接しない離散位置の画素に用いても良い。

また、平均値濃度との誤差Eは、単一次画素における補正に限定される事はなく、例えば第8図において $f(i, j+1)$ の多値化時 $\%E(i, j+1)$ 、 $f(i+1, j)$ の多値化時に $\%E(i, j+1)$ の如く、複数画素に分配すれば、平均値処理範囲が小なるとも、階調性の再現能力が向上する。

また、第2の実施例においては、多値化時の誤差補正方法として、注目画素濃度 $f(i, j)$ に対して、誤差 $E(i, j)$ による補正を行ったが、次式に示す様、平均濃度 $M(i, j)$ に対して誤差Eによる補正を行っても同等の結果を得ることができる。

$$M(i, j) = \sum_{x=0}^{255} \sum_{y=0}^{255} R(x, y) \cdot B(i-x, j-y) - E(i, j)$$

また、第1、第2の実施例においては、入力デー

タを行なうことができ、しかも、多値化処理を行なうことにより、階調性、解像度共に優れた高品位な画像を得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は画素毎の多値画像、4値化画像および重み付けマスクを示した図、

第2図は第1の実施例における多値化処理の原理図、

第3図は本実施例における画像処理装置の構成を示したブロック図、

第4図は第3図の4値化回路の詳細を示したブロック図、

第5図は重みマスクの一例を示した図、

第6図は第4図のROM12に格納されているテーブルの一例を示した図、

第7図は重みマスクを8ビットデータに変換した場合の図、

第8図は画素毎の多値画像、2値化データおよび重み付けマスクを示した図、

第9図は第2の実施例における多値化処理の原理

図、

第10図は第2の実施例における多値化回路のブロック図、

第11図は第2の実施例に用いられる重みマスクの一例を示した図、

第12図は第10図のROM26に格納されているテーブルの一例を示した図、

第13図は第10図のROM26の入出力データの形態を示した図である。

図中、1、2は遅延RAM、3、4、5、6、7、11はD typeフリップフロップ回路、8は平均濃度演算ROM、9、13は減算器、10は比較器、12、14はテーブルROM、21はライン遅延回路、22、26は演算ROM、23は加算器、24は遅延器、25は減算器である。

出願人 キヤノン株式会社

代理人 丸 島 儀 一



(1) 多値画像

$f(i-2, j-1)$	$f(i-2, j)$	$f(i-2, j+1)$
$f(i-1, j-1)$	$f(i-1, j)$	$f(i-1, j+1)$
$f(i, j-1)$	$f(i, j)$	$f(i, j+1)$

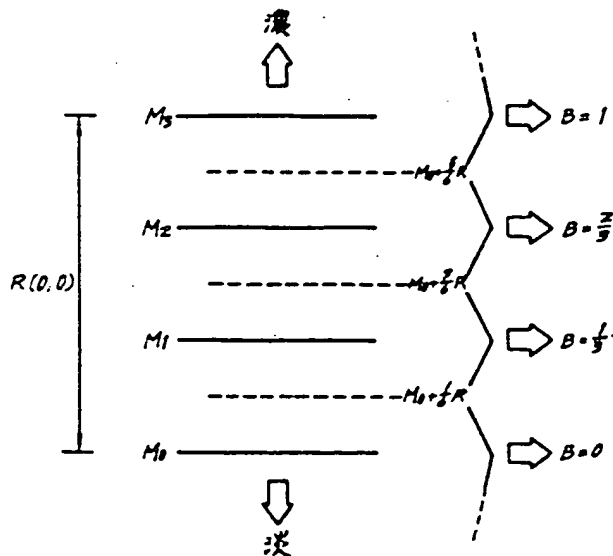
(2) 4値濃度画像

$B(i-2, j-1)$	$B(i-2, j)$	$B(i-2, j+1)$
$B(i-1, j-1)$	$B(i-1, j)$	$B(i-1, j+1)$
$B(i, j-1)$	$B(i, j)$	

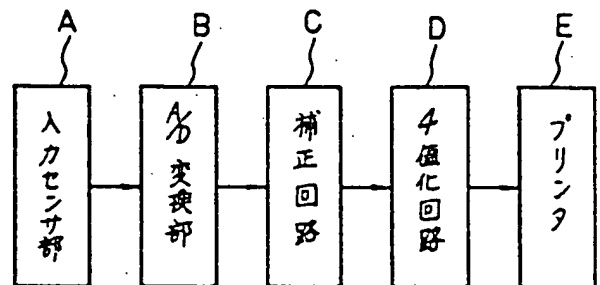
(3) 重み付けマスク

$R(2, 1)$	$R(2, 0)$	$R(2, -1)$
$R(1, 1)$	$R(1, 0)$	$R(1, -1)$
$R(0, 1)$	$R(0, 0)$	$R(0, -1)$

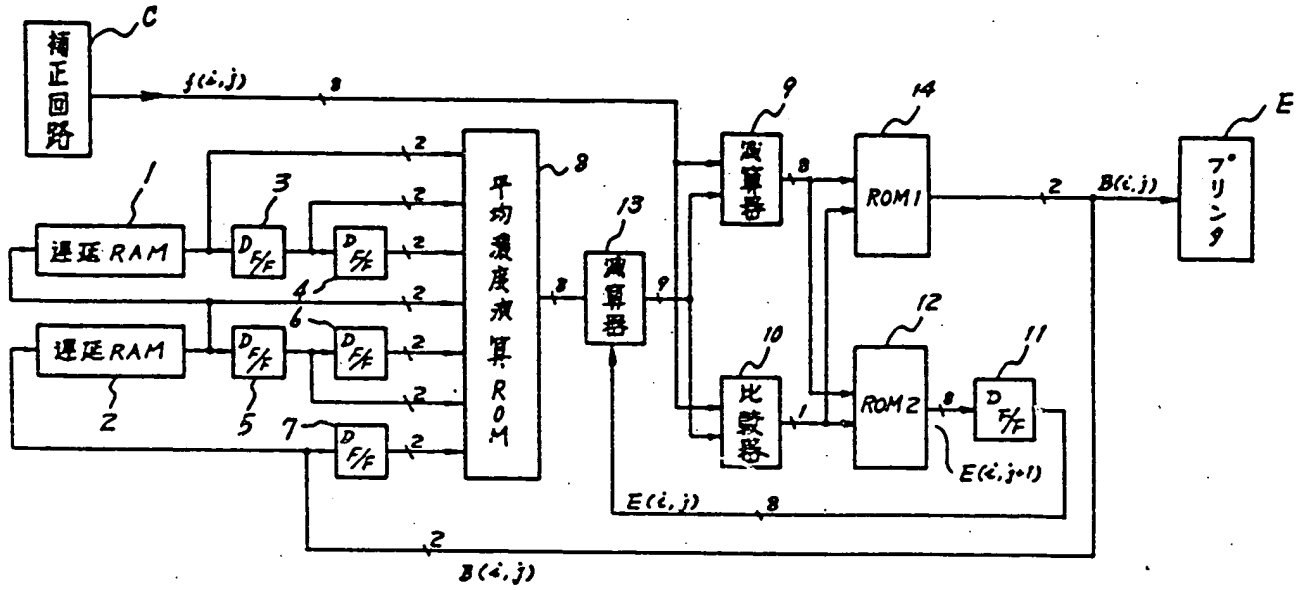
第1図

 $R(0, -1) = 0$ 

第2図



第3図



第4図

1	3	1
3	5	3
5	8	0

$$\left[\times \frac{1}{35} \right]$$

$$S = 29$$

重みマス71

1	3	5	3	1
3	5	7	5	3
5	7	10		

$$\left[\times \frac{1}{35} \right]$$

$$S = 58$$

重みマス72

第5図

	比較器出力	
8 bit	1	0
0	-12	12
1	-11	11
...
23	11	-11
24	-12	-12
25	-11	-13
...
47	11	-25
48	-12	-26
49	-11	-27
...
71	11	
72	12	
73	13	
...
93		-71
94		-72
95		0
...
131	71	
132	72	
133	0	
...
255	0	0

第6図

9	25	9
26	44	26
44	72	0

$$S = 255$$

第7図

(1) 多値画像

$f(i-2, j-1)$	$f(i-2, j)$	$f(i-2, j+1)$
$f(i-1, j-1)$	$f(i-1, j)$	$f(i-1, j+1)$
$f(i, j-1)$	$f(i, j)$	$f(i, j+1)$

(2) 2値データ

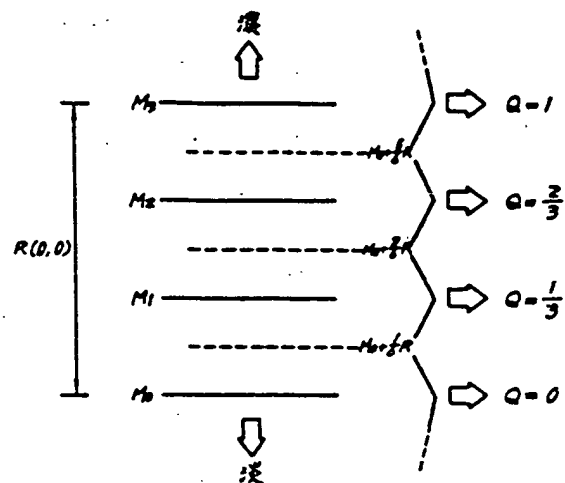
$B(i-2, j-1)$	$B(i-2, j)$	$B(i-2, j+1)$
$B(i-1, j-1)$	$B(i-1, j)$	$B(i-1, j+1)$
$B(i, j-1)$	$B(i, j)$	

(3) 重み付けマスク

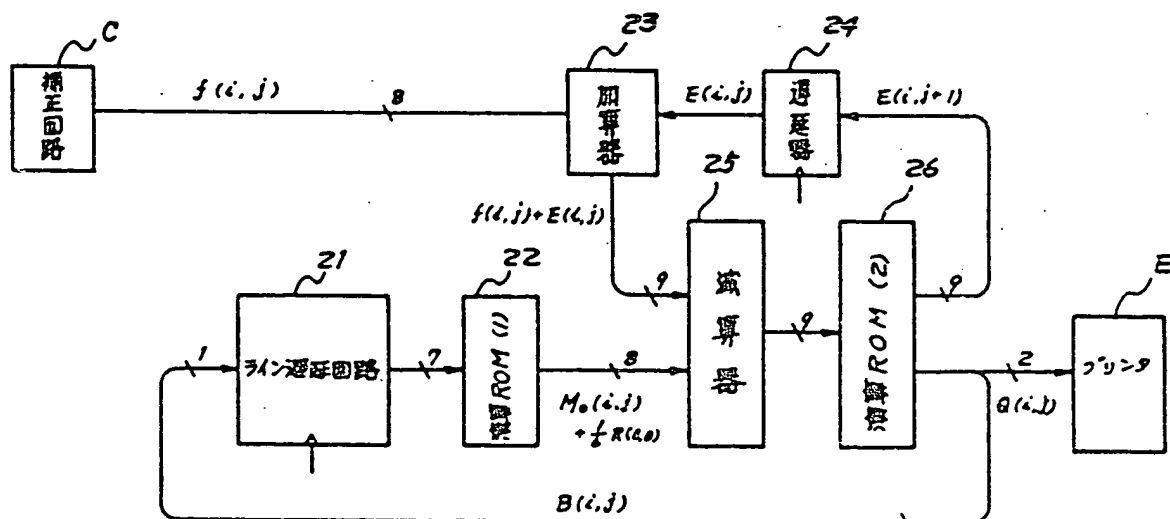
$R(2, 1)$	$R(2, 0)$	$R(2, -1)$
$R(1, 1)$	$R(1, 0)$	$R(1, -1)$
$R(0, 1)$	$R(0, 0)$	$R(0, -1)$

第8図

$R(0, -1) = 0$



第9図



第10図

(a)

1	3	1
3	5	3
5	8	0

$\left[\times \frac{1}{3} \right]$
 $S=29$

(b)

1	3	5	3	1
3	5	7	5	3
5	7	10	0	0

$\left[\times \frac{1}{5} \right]$
 $S=58$

(c)

5	3	1	3	5
3	7	5	7	3
1	5	10	0	0

$\left[\times \frac{1}{5} \right]$
 $S=55$

第 11 図

256	0	0
255	18	0
254	11	0
253	10	0
252	-11	0
251	-12	0
250	-13	0
249	-14	0
248	-15	0
247	-16	0
246	-17	0
245	-18	0
244	-19	0
243	-20	0
242	-21	0
241	-22	0
240	-23	0
239	-24	0
238	-25	0
237	-26	0
236	-27	0
235	-28	0
234	-29	0
233	-30	0
232	-31	0
231	-32	0
230	-33	0
229	-34	0
228	-35	0
227	-36	0
226	-37	0
225	-38	0
224	-39	0
223	-40	0
222	-41	0
221	-42	0
220	-43	0
219	-44	0
218	-45	0
217	-46	0
216	-47	0
215	-48	0
214	-49	0
213	-50	0
212	-51	0
211	-52	0
210	-53	0
209	-54	0
208	-55	0
207	-56	0
206	-57	0
205	-58	0
204	-59	0
203	-60	0
202	-61	0
201	-62	0
200	-63	0
199	-64	0
198	-65	0
197	-66	0
196	-67	0
195	-68	0
194	-69	0
193	-70	0
192	-71	0
191	-72	0
190	-73	0
189	-74	0
188	-75	0
187	-76	0
186	-77	0
185	-78	0
184	-79	0
183	-80	0
182	-81	0
181	-82	0
180	-83	0
179	-84	0
178	-85	0
177	-86	0
176	-87	0
175	-88	0
174	-89	0
173	-90	0
172	-91	0
171	-92	0
170	-93	0
169	-94	0
168	-95	0
167	-96	0
166	-97	0
165	-98	0
164	-99	0
163	-100	0
162	-101	0
161	-102	0
160	-103	0
159	-104	0
158	-105	0
157	-106	0
156	-107	0
155	-108	0
154	-109	0
153	-110	0
152	-111	0
151	-112	0
150	-113	0
149	-114	0
148	-115	0
147	-116	0
146	-117	0
145	-118	0
144	-119	0
143	-120	0
142	-121	0
141	-122	0
140	-123	0
139	-124	0
138	-125	0
137	-126	0
136	-127	0
135	-128	0
134	-129	0
133	-130	0
132	-131	0
131	-132	0
130	-133	0
129	-134	0
128	-135	0
127	-136	0
126	-137	0
125	-138	0
124	-139	0
123	-140	0
122	-141	0
121	-142	0
120	-143	0
119	-144	0
118	-145	0
117	-146	0
116	-147	0
115	-148	0
114	-149	0
113	-150	0
112	-151	0
111	-152	0
110	-153	0
109	-154	0
108	-155	0
107	-156	0
106	-157	0
105	-158	0
104	-159	0
103	-160	0
102	-161	0
101	-162	0
100	-163	0
99	-164	0
98	-165	0
97	-166	0
96	-167	0
95	-168	0
94	-169	0
93	-170	0
92	-171	0
91	-172	0
90	-173	0
89	-174	0
88	-175	0
87	-176	0
86	-177	0
85	-178	0
84	-179	0
83	-180	0
82	-181	0
81	-182	0
80	-183	0
79	-184	0
78	-185	0
77	-186	0
76	-187	0
75	-188	0
74	-189	0
73	-190	0
72	-191	0
71	-192	0
70	-193	0
69	-194	0
68	-195	0
67	-196	0
66	-197	0
65	-198	0
64	-199	0
63	-200	0
62	-201	0
61	-202	0
60	-203	0
59	-204	0
58	-205	0
57	-206	0
56	-207	0
55	-208	0
54	-209	0
53	-210	0
52	-211	0
51	-212	0
50	-213	0
49	-214	0
48	-215	0
47	-216	0
46	-217	0
45	-218	0
44	-219	0
43	-220	0
42	-221	0
41	-222	0
40	-223	0
39	-224	0
38	-225	0
37	-226	0
36	-227	0
35	-228	0
34	-229	0
33	-230	0
32	-231	0
31	-232	0
30	-233	0
29	-234	0
28	-235	0
27	-236	0
26	-237	0
25	-238	0
24	-239	0
23	-240	0
22	-241	0
21	-242	0
20	-243	0
19	-244	0
18	-245	0
17	-246	0
16	-247	0
15	-248	0
14	-249	0
13	-250	0
12	-251	0
11	-252	0
10	-253	0
9	-254	0
8	-255	0
7	-256	0
6	-257	0
5	-258	0
4	-259	0
3	-260	0
2	-261	0
1	-262	0
0	-263	0

第 12 図

256	-128	1
257	-11	1
258	-10	1
1	1	1
277	11	1
280	-12	2
281	-11	2
1	1	1
283	11	2
284	-12	2
285	-11	2
1	1	1
327	11	2
328	-12	2
329	-11	2
1	1	1
387	71	3
388	72	3
389	0	3
1	1	1
511	0	3